

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Туфанова Игоря Евгеньевича "Методы решения обзорно-поисковых задач с применением групп автономных необитаемых подводных аппаратов", представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" в диссертационный совет Д 005.007.01 при Институте автоматизации и процессов управления ДВО РАН

Актуальность. Проблема экологического мониторинга акватории Мирового океана, особенно прибрежной его части, и внутренних морей приобретает все большую актуальность в связи с нарастанием экологических угроз, обусловленным расширением хозяйственной деятельности человечества. Для решения задач экологического мониторинга морских акваторий чаще всего используются подводные аппараты, что позволяет осуществлять мониторинг как поверхности и приповерхностных слоев дна, так и водной среды. В последнее время с развитием технического прогресса для этих целей все шире применяются автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), способные длительное время функционировать в сложной среде без участия или с минимальным участием человека.

Однако одиночные АНПА могут применяться, как правило, для обследования относительно небольших акваторий. Для решения же задач поиска локальных неоднородностей в водной среде применение одиночных АНПА может оказаться вообще неэффективным. Это связано, прежде всего, с ограниченным энергоресурсом, имеющимся на борту АНПА. Очевидным решением данной проблемы является одновременное применение нескольких АНПА, то есть группы АНПА. Но при этом также возникает ряд проблем, среди которых проблема планирования групповых действий и управления их отработкой, проблема коммуникации между управляющим центром и АНПА в процессе функционирования и др. Зачастую проблему управления группой АНПА решают просто: миссия разбивается на ряд самостоятельных заданий, которые выполняются АНПА автономно. Однако такой подход, как в техническом, так и в экономическом плане неэффективен, так как отсутствует оптимизация пути, проходимого каждым АНПА, отсутствует адаптация первоначального плана под изменения ситуации и т.д. Другие известные подходы к организации группового управления АНПА, как правило, ориентированы на эффективное выполнение конкретной миссии, что существенно сужает область их применения.

В связи с этим диссертационная работа, посвященная повышению эффективности группового применения АНПА при решении широкого круга обзорно-поисковых задач в морских акваториях, несомненно, является актуальной.

Наиболее важные результаты диссертации и их новизна:

- разработана новая математическая модель задачи планирования работы

в группе АНПА, основанная на использовании набора неделимых заданий и учитывающая различные варианты их выполнения.

- предложена модификация алгоритма Хельда-Карпа, отличающаяся использованием расширенного множества состояний,

- предложена модификация аукционного метода, отличающаяся учетом вариантов выполнения заданий.

- разработан метод измерения параметров водной среды с требуемой точностью группой АНПА, отличающийся использованием нового алгоритма покрытия акватории с помощью меандра с переменным шагом и предложенной математической модели для планирования групповой работы;

- разработан метод поиска и обследования локальных неоднородностей водной среды с использованием группы АНПА, новизна которого заключается в алгоритме формирования траекторий и в способе организации групповой работы при решении данной задачи;

- комплекс программ, реализующий методы и алгоритмы решения обзорно-поисковых задач, предназначенный для проведения вычислительного эксперимента, а также для установки и испытаний на борту АНПА.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Все основные положения, результаты, выводы и рекомендации, полученные автором, математически обоснованы, базируются на современных принципах и методах теории математической статистики, вычислительной математики, исследования операций, теории и методов решения экстремальных задач. Достоверность результатов подтверждается результатами численного и имитационного (компьютерного) моделирования, согласованностью с данными экспериментов и результатами исследований, опубликованными другими авторами.

Основные результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались научной общественностью на шести конференциях различного уровня, в т. ч. на четырех международных конференциях, опубликованы в 12-ти печатных работах, в т.ч. четырех статьях в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК. Теоретические и практические результаты, полученные в диссертации, реализованы при выполнении ряда научно-исследовательских проектов.

Все основные результаты получены автором **лично**.

Представленный автореферат **соответствует** содержанию диссертации.

Замечания и недостатки по содержанию и оформлению диссертации.

По диссертации и автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Во введении к диссертации и в разделе "Общая характеристика работы" автореферата не сформулирована четко задача, решаемая в диссертации и имеющая существенное значение для развития соответствующей отрасли знаний, также не приведена теоретическая значимость работы, что несколько затрудняет оценку соответствия диссертации критериям, установленным в "Положении о присуждении ученых степеней".

2. В диссертации и в автореферате при разработке модели обзорно-поисковых задач используются не традиционные обозначения времени,

например, u_q , (см. стр. 36 диссертации), $l_{i,1,q}$ и $l_{i,2,q}$ (в выражениях(19) на стр. 59), что затрудняет восприятие материала.

3. В выводах к главе 2 приведена следующая формулировка "Разработаны точный и приближённый алгоритмы составления оптимального плана". Такая формулировка не совсем корректна, так как точный алгоритм должен обеспечивать составление оптимального плана (достигается глобальный оптимум целевой функции), а приближенный алгоритм – плана, близкого к оптимальному (достигается локальный оптимум), что собственно и показано автором в диссертации, и лишь в некоторых случаях с помощью приближенного алгоритма может быть получен оптимальный план.

4. Автором не показано, как учитываются динамические параметры водной среды, например скорость течения, в модели обзорно-поисковых задач, а также при планировании заданий для группы АНПА, также не показано влияние динамических параметров локальных неоднородностей (скорость движения, изменение размеров и т.д.).

5. К сожалению, в заключении к диссертации не приведены рекомендации по практическому использованию полученных результатов, хотя в тексте диссертации такие рекомендации есть.

6. В тексте имеются опечатки и стилистические неточности.

Указанные замечания не снижают теоретическую и практическую значимость диссертации и ее положительную оценку в целом.

Заключение. Диссертация Туфанова Игоря Евгеньевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение важной задачи разработки моделей и методов решения обзорно-поисковых задач группами АНПА, что, в свою очередь, позволяет существенно продвинуться в решении проблемы мониторинга, в том числе и экологического, морских акваторий.

В целом, по актуальности, новизне и значимости полученных результатов диссертация соответствует критериям, установленным для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в действующем "Положении о присуждении ученых степеней", а ее автор Туфанов Игорь Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
заведующий отделом НИИ
многопроцессорных вычислительных
систем ЮФУ, д-р техн. наук


31.03.2019г.

С.Г. Капустян

Подпись д-ра техн. наук Капустяна С.Г. удостоверяю

Ученый секретарь НИИ
многопроцессорных вычислительных
систем ЮФУ, канд. техн. наук, доцент



А.П. Кухаренко